

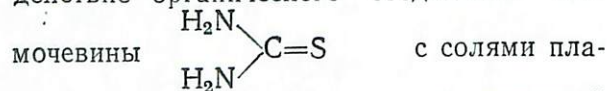
сказана мысль о том, что способность тех или иных групп органических соединений реагировать с определенным металлом зависит от наличия в их молекулах общего для данной группы реагентов сочетания атомов. Благодаря этому сочетанию происходит взаимодействие с металлом. Впоследствии это положение стало основной идеей, на которой развилась теория действия органических реагентов, однако то, что его впервые высказал Курнаков, было забыто.

В настоящее время к органическим реагентам относят органические соединения, которые прямо или косвенно применяют в анализе: растворители, индикаторы и собственно реагенты, вступающие во взаимодействие с ионами металлов и образующие яркоокрашенные комплексные соединения [3, с. 259]. Именно их мы будем иметь в виду, говоря в дальнейшем об органических реагентах.

Широкое применение органических реагентов в аналитической химии в последние десятилетия связано с рядом их преимуществ по сравнению с неорганическими реагентами. Комплексные соединения, которые органические реагенты образуют с металлами, как правило, обладают большим молекулярным весом и трудно растворяются в воде. Низкое процентное содержание металла в конечном продукте реакции уменьшает величину фактора пересчета и, таким образом, повышает точность весового анализа. Кроме того, эти комплексные соединения хорошо растворимы в большинстве органических растворителей, что позволяет пользоваться для их отделения от водного раствора экстракцией и широко использовать колориметрические методы.

Начало применению органических реагентов в анализе положили работы видного русского химика-органика М. А. Ильинского (1856—1941 г.), предложившего в 1884 г. использовать 1-нитрозо-2-нафтол для определения кобальта [4, с. 2581—2585]. Затем в аналитическую практику был введен ряд других реагентов, выбор которых, однако, носил случайный характер: не была ясна причина их взаимодействия с металлами и характер этого взаимодействия.

В 1893 г. Курнаков, исследуя взаимодействие органического соединения тию-



пришел к выводу, что причиной взаимодействия является комплексобразование и что в образующихся комплексных соединениях платина непосредственно связана с молекулами тиюмочевины. Он высказал мнение о том, что реакционная способность тиюмочевины и ее производных определяется наличием в их молекулах определенной группировки атомов. Курнаков писал: «Способность к сочетанию тиюмочевин зависит от присутствия в них группы CS [1, с. 73]. В этой же работе он высказал предположение о том, что и другие органические соедине-

ния, содержащие эту группировку, должны взаимодействовать с солями платины подобно тиюмочевине и образовывать аналогичные продукты реакции. Если способность тиюмочевины давать сочетания с металлическими солями обуславливается присутствием групп CSNH_2 или $\text{C}(\text{NH})\cdot\text{SH}$, — писал Курнаков, — то очевидно, что тиюамиды и тиюуретаны должны обладать теми же свойствами» [1, с. 78]. Это предположение было подтверждено Курнаковым экспериментально. Были получены соединения платины и с тиюамидами и с тиюуретанами, по внешнему виду и свойствам подобные тиюмочевинным. Н. С. Курнаков был первым, кто установил, что способность органических соединений взаимодействовать с солями металлов связана с присутствием в их молекулах определенных групп атомов. Однако для исследователей, занимавшихся органическими реагентами, это открытие прошло незамеченным. Причиной, по-видимому, было то, что исследование Курнакова посвящено изучению комплексных соединений, а действие органических реагентов в то время не связывали с образованием комплексов между органическими реагентами и металлами.

На эту связь впервые обратил внимание Л. А. Чугаев (1873—1922), крупный русский ученый, создавший в нашей стране школу исследователей комплексных соединений, получившую мировое признание. В 1906 г. он предложил диметилглиоксим для аналитического определения никеля [5, с. 639]. Реагент получил название «реактива Чугаева» и до сих пор считается лучшим для определения этого металла. Чугаев также установил, что способность оксимов взаимодействовать с никелем связана с наличием в их молекулах определенного сочетания атомов двух групп $=\text{NOH}$ при соседних атомах углерода. Характеризуя оксимы как аналитические реагенты, Чугаев писал: «Соединения эти характеризуются присутствием своеобразной атомной группировки, в которой оксимидные группы частью обменивают свой водород на металл и функционируют как кислотные остатки, частью играют роль, аналогичную роли аммиака в металло-аммиачных соединениях» [6, с. 490].

Таким образом, и Н. С. Курнаков, и Л. А. Чугаев доказали, что способность органического соединения взаимодействовать с металлом связана с наличием в его молекуле специфической для данного металла группы атомов, за счет которой и происходит взаимодействие с металлом. Но Н. С. Курнаков сделал это открытие на 15 лет раньше Л. А. Чугаева.

Группировки, о которых говорили Курнаков и Чугаев, в современной литературе получили название «характерных атомных группировок». Это название было введено в 1925 г. Ф. Файглем [7, с. 604, 100—101]. Однако в литературе иногда и само открытие этих группировок незаслуженно приписывали ему [8, с. 64—71]. Приоритет Чугаева убедительно доказан

нашими историками химии [9, с. 57—61]. Поэтому вопрос — Файгель или Чугаев? — уже не ставится. Теперь он может быть поставлен так: Курнаков или Чугаев? Нам кажется, что мы привели убедительные доказательства в пользу Курнакова, и честь открытия характерных атомных группировок по праву принадлежит ему.

Литература

1. Курнаков Н. С. О сложных металлических основаниях. ЖРФХО, 1893, т. 25.
2. Черняев И. И. Мононитриты двухвалентной платины. — Изв. Ин-та по изучению платины АН СССР, 1926, вып. 4.
3. Кульберг Л. М. Органические реактивы

- в аналитической химии. М.—Л., 1956.
4. Ильинский М. А. Ueber die Nitrosophthole und einige Derivate. — Ber., 1884, В. 17.
5. Чугаев Л. А. Исследования в области комплексных соединений. М., 1906.
6. Чугаев Л. А. Органические соединения в приложении к минеральному анализу. — В кн.: Чугаев Л. А. Избр. труды. М., 1954.
7. Файгель Ф. Капельный анализ. М., 1937.
8. Коренман И. М. К теории действия органических аналитических реактивов. — Ж. аналит. химии, 1946, т. 1, № 1.
9. Мустафин И. С., Кульберг Л. М., Евлева Т. С. Исследования Л. А. Чугаева в области аналитической химии. — В кн.: Вопросы истории естествознания и техники, 1967, т. 22.

ГЕРМАН ШТАУДИНГЕР И ВОЗНИКНОВЕНИЕ НАУКИ О ПОЛИМЕРАХ

Л. М. ПРИТЫКИН [Днепропетровск]

Из многочисленной плеяды создателей науки о полимерах время сохранило для истории имена Г. Марка, К. Мейера и наиболее громкое — Г. Штаудингера, но только в специальных исследованиях можно встретить упоминания о Э. Берле, К. Гессе, М. Бергмане, С. Пикльсе, Т. Грехэме, Э. Отте и В. Хэуорте.

Объяснить это можно тем, что к началу XX в. в рамках органической химии созрели и почти одновременно были восприняты некоторыми учеными отчетливые предпосылки для появления достаточно мотивированных заключений о природе полимерных объектов.

Во время расцвета классической немецкой школы органиков (последняя треть XIX в.) казалось, что химии, вооруженной идеями А. Кекуле и А. М. Бутлерова, подвластны любые сложные превращения вещества. Горизонты представлялись необозримыми, на глазах одного поколения перекидывались мосты от химии органической к химии организмов. Лишь одна область химии оставалась в арьергарде — изучение смолообразных соединений, поборно образующихся при многих процессах. Их состав не поддавался изучению известными в то время методами. Нельзя сказать, что эта «испачканная химия» не вызвала интереса, но он носил главным образом академический характер, подобно тому, который проявлялся к органической химии до возникновения промышленности синтетических красителей. Однако с появлением первых автомобилей в перечень стратегического сырья попадает каучук, и химики принимают вызов, брошенный природой, синтезировавшей этот продукт наряду с другими, близкими по принципу построения, — целлюлозой и крахмалом.

О каучуке было известно, что при термодеструкции в отсутствие кислорода он превращается в изопрен. Вопрос состоял в выяснении способа объединения изопреновых молекул. Было высказано два предположения.

Первое из них базировалось на представлениях Т. Грехэма [1] и состояло в том, что отдельные молекулы изопрена (каучук) или сахаридов (целлюлоза и крахмал) с помощью вторичных сил (типа ван-дер-ваальсовых) образуют агрегаты. Эти агрегаты достаточно устойчивы и сообщают конечному продукту свойства, характерные для коллоидных веществ. Этой точки зрения придерживались М. Поляни [2], П. Каррер [3], К. Гесс [4] и их последователи. Согласно другому подходу, объединение исходных молекул было обусловлено первичными (валентными) силами. Тогда единое целое представлялось по сути гигантскую молекулу; предположения о существовании длинных цепей высказывались уже в период с 1900 по 1910 г. К. Вебером [5], Э. Берлем [6] и С. Пикльсом [7].

Наиболее обоснованным из этих подходов считался первый, поскольку в описываемый период коллоидная химия практически лидировала среди физико-химических дисциплин и традиционными методами, казалось бы, подтверждала наличие «малых ячеек» [8]. Аналогичный вывод следовал из результатов привлечения физических методов, прежде всего рентгенографического [9]. В значительно менее выгодном положении находились сторонники второй концепции. Их точка зрения представлялась чисто умозрительной: химики до того времени еще не изучали веществ с молекулами больших размеров, состоящих из множества одинаковых

звеньев. Более того, было неясно, не предполагало ли понятие о гигантской молекуле необходимости ревизии основ атомно-молекулярных представлений.

Такая, изложенная в самых общих чертах ситуация сосуществования столь полярных подходов (подробнее об этом см. например, в [10—12]) сложилась к концу 1910-х годов, когда ею активно заинтересовался 40-летний профессор Цюрихской высшей технической школы Герман Штаудингер.

Мы не будем останавливаться на биографии Г. Штаудингера в общепринятом значении этого понятия, ибо она представляет главным образом частный интерес. Речь пойдет, скорее, об интеллектуальной биографии, о том, что навсегда вошло в золотой фонд науки, стало достоянием ее истории. В этом плане выделим лишь одну, но важнейшую сторону деятельности Г. Штаудингера — исследования в области полимеров, хотя его работы в других областях химии, например по синтезу кетенов, представляют самостоятельный интерес для историка; ясно, однако, что эти работы целиком лежали в традиционном русле органической химии, углубляя его, но не намечая новых направлений, и в этом смысле они не затронули основ целого комплекса дисциплин, как это произошло и происходит с физической и биоорганической химией, молекулярной физикой и биологией под влиянием макромолекулярных представлений.

К описываемому периоду имя Г. Штаудингера было достаточно известным среди представителей классической немецкой школы синтеза. Его путь в органическую химию был традиционен.

Будущий ученый родился 23 марта 1881 г. в Вормсе, недалеко от Мангейма. Герман Штаудингер с детства жил в насыщенной интеллектуальной атмосфере окружавшей его отца Франца, известного последователя Канта, профессора классической философии; заложенная в ранние годы склонность к обобщающему образу мышления сохранилась у будущего химика навсегда. К моменту выбора жизненного пути его интересы определялись ботаникой. Для ее изучения в 1899 г. он поступил в один из тогдашних центров флористики — университет Галле. Однако уже в первые месяцы учебы Г. Штаудингер ощутил неудовлетворенность чисто описательным духом этой науки и практическим отсутствием в ней количественных методов. На рубеже веков призыв Э. Фишера «Химия должна объяснить тайны жизненных процессов» воспринимался как программа действий. Поэтому с третьего семестра Г. Штаудингер слушает полугодовой курс аналитической химии в Дармштадской высшей технической школе. Именно тогда он впервые смог оценить глубину органической химии, верность которой сохранил на всю жизнь. В результате — переезд в Мюнхен, где университетскую кафедру занимал А. Байер, nasledовавший Ю. Либиху.

В 1901 г. Г. Штаудингер, вооруженный знанием основ органической химии, возвращается в Галле для работы над диссертацией, на которую ему потребовалось два года. Его руководителем Д. Ферландеру удалось сосредоточить интересы Г. Штаудингера на вопросах теории. Через несколько месяцев после защиты диссертации молодой доктор философии становится инструктором в Страсбургском университете, сотрудником И. Тиле, чья творческая личность окажет на него глубокое влияние. Автор известной теории парциальных связей, И. Тиле в то же время искусный экспериментатор. Сочетание в одном лице теоретика и синтетика как нельзя больше отвечало идеалам Г. Штаудингера. Уже после двухлетнего пребывания в Страсбурге, в 1905 г., он синтезирует первый кетен (взаимодействием дифенилхлорацетилхлорида с цинком), что дает Г. Штаудингеру широкую известность среди органиков. И снова два года напряженной работы в открытой им области, завершившейся блестящей защитой докторской диссертации.

Ощущая необходимость в самостоятельной работе, Г. Штаудингер начинает учебный 1907 г. уже профессором высшей технической школы в Карлсруэ. Об уровне обучения в этом заведении свидетельствует тот факт, что среди его преподавателей был Ф. Габер, в 1908 г. осуществивший первый промышленный синтез аммиака, а среди студентов — Л. Ружичка, будущий создатель школы макроциклов, — оба позднее нобелевские лауреаты. Но наибольшее влияние на Г. Штаудингера оказывает возглавлявший школу К. Энглер, чьи методы научного руководства были впоследствии использованы им в собственной 30-летней практике в качестве директора института.

Годы, проведенные Г. Штаудингером в Карлсруэ, были решающими для его последующей работы. С одной стороны, он завершил большой цикл исследований над кетенами, обобщив его результаты в фундаментальной монографии (1912 г.); с другой — он впервые встречается с синтезом бутадиена и изопрена и их полимеризацией. Новая область захватывает Г. Штаудингера своей неизученностью и перспективностью. Чтобы получить возможность вплотную заняться ею, Г. Штаудингер с группой учеников в 1912 г. переходит в Цюрихскую высшую техническую школу, предоставлявшую сотрудникам широкую материальную поддержку.

Однако реализация намеченной программы работ над каучуками отодвигается вначале чрезмерной педагогической нагрузкой, а затем мировой войной. В этот период Г. Штаудингер вынужден заниматься решением прикладных проблем синтеза эрзац-продуктов. Только в 1920 г. он приступает к задуманным исследованиям. Восемилетний перерыв задержал развитие экспериментальных работ, но теоретическая мысль Г. Штаудингера в эти годы только обострилась. Именно тогда сложились его основные идеи, кон-

центрация которых была настолько высокой, что поток новых исследований принял лавинообразный характер.

К 1920 г. детальный анализ публикаций названных выше авторов привел Г. Штаудингера к двум основным выводам. Во-первых, для коллоидных веществ нехарактерны свойства растворов каучука и целлюлозы, вязкость которых простой зависимостью связана с размерами молекул. Во-вторых, результаты физических исследований данных объектов не могут рассматриваться в качестве убедительного доказательства наличия «малых ячеек». Поэтому Г. Штаудингер со всей определенностью отнес каучук и целлюлозу не к коллоидным, а к полимерным веществам, которым присущи молекулы огромных размеров, на несколько порядков превышающие обычные и отличающиеся от них практической независимостью макроскопических свойств от точного числа атомов. С 1922 г. благодаря Г. Штаудингеру в научный обиход входит термин «макромолекула» [13].

Рядом тщательно продуманных экспериментов Г. Штаудингер к середине 1920-х годов показал объективность существования макромолекул и то, что именно их наличием определяется комплекс основных свойств высокомолекулярных соединений.

Понятия «высокомолекулярные соединения» и «полимеры» применяются часто как синонимы тождественные по содержанию (в частности, автором этой статьи), но первое несколько шире второго. Полимерами называют такие высокомолекулярные соединения, макромолекулы которых построены из одинаковых многократно повторяющихся топологических единиц. Г. Штаудингер имел дело прежде всего с природными объектами, т. е. с высокомолекулярными соединениями в широком смысле этого слова. Автор новой концепции не ограничился лишь констатацией этого факта. Сила прогностического мышления позволила Г. Штаудингеру выбрать в основном верные простые модели сложных полимеров. В качестве модели неразрывного полимера типа целлюлозы он выбрал полиоксиметилен [14], в качестве модели коллоидно-растворяющегося полимера каучукообразного типа — полистирол [15], в качестве модели полисахарида — поливиниловые эфиры [16], в качестве модели белков — полиакриловые кислоты [17]. Таким образом, в основу разворачивающейся программы исследования природы полимерных соединений был положен синтетический подход. В этом основное различие методов сторонников макромолекулярной и коллоидно-химической концепций: первые изучали объекты в процессе их получения, вторые — в конечной форме. Разумеется, названная грань весьма условна, однако к середине 1920-х годов именно Г. Штаудингером была принята во внимание принципиальная ограниченность возможностей привлекавшихся физических методов исследования природы полимеров. Через 10 лет,

подводя итоги этого этапа, он писал: «Только при совместном использовании физических и химических методов можно выяснить строение высокомолекулярных соединений, так же как и строение других органических соединений. Новые физические методы являются весьма важным подсобным средством, но только в соединении с химическими исследованиями» [18].

Г. Штаудингер способствовал очищению формирующейся области науки от духа формализма, обусловленного неполнотой и односторонностью чисто физических представлений, взятых в отрыве от синтетических данных. Он пришел к следующему выводу, значение которого трудно переоценить: «Представление о мицеллярном строении высокомолекулярных органических соединений является неудовлетворительным, ибо... они в отличие от мицеллярных коллоидов никогда не растворяются низкомолекулярно» [19]. Тем самым он сделал решительный поворот от коллоидной к макромолекулярной концепции. Эти взгляды отнюдь не разделялись большинством исследователей. Так, Э. Отт считал каучук гексамером изопрена, а крахмал и целлюлозу ди- и тримером соответствующих углеводов [20]. Своего апогея дискуссия достигла в 1926 г., на очередном собрании немецких естествоиспытателей в Дюссельдорфе. Полный анализ всех выдвигавшихся точек зрения [21] еще ожидает своего исследователя. Ясно одно: никогда раньше они не были столь четко поляризованы. В активе сторонников коллоидно-химических представлений о природе полимеров находились результаты исследования растворов целлюлозы и крахмала рентгенографическим методом. Взгляды Г. Штаудингера и его последователей были основаны на значительно менее многочисленных, но гораздо более однозначных работах, из которых следовал вывод о цепном строении макромолекул. Теории агрегации, «малых ячеек» должны были отступить перед лицом все увеличивающегося потока новых фактов, получаемых Г. Штаудингером в результате привлечения классического арсенала методов органической химии — реакций нитрования, сульфирования, галогенирования и гидрирования. Практически ни одно из этих воздействий не приводило к заметному снижению молекулярной массы полимеров.

Убедительность доводов Г. Штаудингера не могла не произвести глубокого впечатления. В конечном итоге его правота была признана и основными противниками его взглядов — К. Мейером [22] и Г. Марком [23]. Причину этого следует искать, по нашему мнению, в адекватности методов, привлекаемых Г. Штаудингером в правильном определении им сущности проблемы. В 1920-х годах стоял вопрос не о строении полимеров, а об их химической природе. И рассмотрение его следовало осуществлять главным образом на базе органической химии, т. е. именно так, как действовал Г. Штаудингер. Не слу-

чайно посмертный перевод его воспоминаний [24] вышел под заглавием «От органической химии к макромолекулам» [25].

Дюссельдорфская дискуссия 1926 г. — триумф Г. Штаудингера. Тогда же он принимает продолжавшееся затем 30 лет руководство химической лабораторией Фрейбургского университета, на базе которой в 1946 г. создается Институт химии макромолекулярных соединений. С этого момента он полностью прекращает изредка проводившиеся в Цюрихе исследования по органической химии и сосредотачивает усилия многочисленных сотрудников в области науки о полимерах. Фрейбург по меньшей мере на полтора десятилетия становится Меккой нового учения. Этому способствует поистине подвижническая деятельность Г. Штаудингера, объединившего докторантов многих исследовательских и учебных заведений в единый, как сейчас принято говорить, «незримый колледж»: пять томов из восьмитомного собрания трудов Г. Штаудингера приходится на фрейбургский период. Привлекал и общий уровень университетских исследователей. Достаточно сказать, что одновременно с Г. Штаудингером был приглашен Г. Хевеши, в течение семи лет возглавлявший кафедру физической химии и сделавший на ней ряд крупных открытий, принесших ему в 1943 г. Нобелевскую премию. Во Фрейбурге Г. Штаудингер встретил известие о присуждении ему первой в истории молодой науки Нобелевской премии «за исследования в области химии высокомолекулярных соединений» (1953 г.). Во Фрейбурге Штаудингер и скончался 8 сентября 1965 г., не дожив шести месяцев до своего 85-летия.

В 1932 г. Г. Штаудингер подвел основные итоги более чем 10-летнего периода исследований в монографии [18], на долгое время ставшей настольной книгой «полимерщиков» всего мира. Свое кредо относительно природы макромолекулы он выразил, сравнив цепную молекулу «скорее с твердой стеклянной нитью, чем с рыхлым шерстяным волокном», т. е. рассматривая ее в виде «твердого упругого образования» [18]. Этот вывод имел далеко идущие последствия. По сути Г. Штаудингер касался вопроса о химической природе полимеров. Но выходя за рамки намеченной и реализуемой им синтетической программы, он затронул кардинальную для физики высокомолекулярных соединений проблему формы макромолекул. Кажется естественным предположить, что превышение длиной объекта его поперечника на несколько порядков должно обеспечить высокую гибкость системы. Однако Г. Штаудингер не учел этой возможности, игнорируя модель «рыхлого шерстяного волокна», действительно, не имевшую аналогии в химии низкомолекулярных соединений. Разумеется, стереохимия полимеров сформировалась позднее, но уже в 1920-х годах возникла альтернатива этим взглядам Г. Штаудингера.

Одновременно с формулированием понятия «макромолекула» было выдвинуто

предположение о спиральности полимерных цепей [26], а уже годом позже Ж. Дюкло отметил различие влияния химической природы и структуры полимеров на их свойства [27]. В. Халлер показал способность макромолекул каучука к изгибанию [28], вплоть до, согласно Г. Марку [29], их скручивания. Эти результаты были известны Г. Штаудингеру, однако тем не менее он исключал возможность кристаллизации полимеров [30], по сути дела игнорируя тем самым гибкость макромолекулярных цепей модельного полиоксипропилена [31]. Практически он поставил себя вне дальнейшего развития представлений о природе полимеров.

Драматичность ситуации усугублялась начавшимся в 1930-х годах переносом внимания исследователей с органической на физическую химию полимеров. Этот процесс проходил на глазах у Г. Штаудингера, однако он практически не участвовал в нем, постепенно теряя уверенность в своем лидерстве. Внешние признаки кризиса отсутствовали: поток диссертантов и временных сотрудников во Фрейбурге не сокращался, исследования захватывали все новые и новые объекты. Однако глава школы, сохраняя приверженность букве итогов дюссельдорфской дискуссии 1926 г., в середине 1930-х годов переживал, несомненно, внутренний кризис. Творческая инициатива постепенно переходила в руки автора отвергнутых Г. Штаудингером коллоидных представлений — Г. Марка, который начал активно развивать физикохимию полимеров: его работы [32], базируясь в целом на подходе Г. Штаудингера, характеризовали качественно новый этап в исследовании зависимости свойств полимеров от их природы, охватывая не только состав, но и строение макромолекул и их взаимное расположение. Не будучи технологом, как Д. Натта, Г. Штаудингер не мог оказать решающего влияния и на развитие промышленности полимерных материалов. В итоге казалось, что Г. Штаудингер мог уйти, оставив в истории науки лишь свои макромолекулярные представления.

В действительности же эволюция знания богаче любой методологической схемы. Да, новые представления все более выдвигались в то время на первый план [12, 33], но тем настоятельнее ощущалась необходимость в дальнейшем проникновении в сущность химической природы полимеров. По-видимому, Г. Штаудингеру потребовалось время для осознания того, что именно на этом пути возможно преодоление кризисной ситуации, составившей его внутреннюю драму 1930-х годов. Только к концу этого десятилетия он смог вернуть идейное лидерство, введя понятие о двумерных (разветвленных) и трехмерных (сшитых) макромолекулах [34]. Эти представления вполне достойны творца науки о полимерах, они составили основу для новой области органической химии — органической химии макромолекул, полимераналогичных превращений. Благодаря им удалось существенно рас-

ширить возможности синтеза новых продуктов (и регулирования их свойств) за счет перехода от низкомолекулярных к высокомолекулярным исходным соединениям.

Являясь признанным классиком науки, Г. Штаудингер покинул ряды пионеров химии полимеров вскоре после завершения формирования ее основ. С 1940 г. он предпочитает скорее углублять введенные им представления, чем расширять их. По сути Г. Штаудингер остался верен классической немецкой школе и до конца творческой жизни считал своей основной задачей внедрение идей органической химии в новую область. Еще в 1932 г. в обобщающей монографии он заключал: «Органическая химия, которую еще недавно считали законченной в основных чертах, стоит лишь на пороге своего настоящего развития» [18]. С современных позиций, характеризующихся расцветом науки о полимерах в широком смысле этого понятия, особенно ясно видна правильность этого предвидения.

Последние два десятилетия жизни Г. Штаудингер имел редкую возможность наблюдать прогресс идей, обеспечивших ему прочное место в памяти будущих поколений химиков.

Степень этого прогресса определяется успехами в развитии трех направлений — органической химии, физики и технологии полимеров. Г. Штаудингеру принадлежит решающий вклад только в первое из них, но без этого был бы невозможен современный уровень науки о высокомолекулярных соединениях. Все основные представления о высокомолекулярных соединениях, пусть интуитивные, которыми бывает богата любая формирующаяся область знания, содержались в программных работах Г. Штаудингера [35]. И вместе с тем они были выдвинуты до него. Исходя из этого факта, можно, казалось бы, считать Г. Штаудингера неким компилятором, сила которого заключалась в глубоком знании органической химии и умении творчески использовать ее положения применительно к новым объектам. Иной, более объективный, исторически более оправданный вывод нетрудно получить, если оценить вклад Г. Штаудингера не с точки зрения приоритета в выдвижении тех или иных конкретных положений (хотя и здесь, как показано выше, он значителен), а с позиции того нового содержания, которое они приобрели в трудах Г. Штаудингера. Да, и до Г. Штаудингера высказывались идеи о цепном строении полимеров, но только у Г. Штаудингера эта идея стала основополагающим принципом подхода к изучению поведения полимеров. И до Г. Штаудингера проводили грань между низко- и высокомолекулярными соединениями, но только Г. Штаудингеру удалось выяснить природу этого различия. И до Г. Штаудингера появились представления о гигантских молекулах, но только в его трудах они превратились в реальную программу становления самостоятельной области науки,

обогатив прежние естественнонаучные категории качественно более глубоким содержанием.

Кардинальный сдвиг в категориальном строе науки о полимерах, само ее становление как самостоятельной области знания обессмертили имя Германа Штаудингера, навсегда вошедшее в число имен творцов естествознания XX столетия.

Литература

1. *Graham T.* Ueber den Colloidal-Zustand der Materie.— *Annalen der Chemie und Pharmacie*, 1862, B. 121, S. 68.
2. *Polanyi M.* Faserstruktur im Röntgenlichte.— *Naturwissenschaften*, 1921, B. 9, S. 337—339.
3. *Karrer P., Bürklin E.* Polysaccharide. XIV. Zur Kenntnis der Amylosen.— *Helvetica chimica acta*, 1922, B. 5, S. 196—201.
4. *Hess K., Weltzien W., Messmer E.* Über Cellulose.— *Justus Liebig's Annalen der Chemie*, 1923, B. 435, S. 14—18.
5. *Weber C. O.* Ueber die Natur des Kautschuks.— *Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft*, 1900, B. 33, S. 779—782.
6. *Berl E., Smith W.* Zur Kenntnis der Celluloseester.— *Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft*, 1907, B. 40, S. 903—907.
7. *Pickles S. S.* Structure and Synthesis of Caoutchukes.— *Journal of Chemical Society*, 1910, v. 97, p. 1085—1090.
8. *Meerwein H.* In: *Houben J.* Die Methoden der Organischen Chemie. Leipzig, 1925, S. 593—639.
9. *Mark H.* Über die röntgenographische Ermittlung der Struktur organischer besonders hochmolekularer Substanzen.— *Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft*, 1926, B. 59, S. 2982—3000.
10. *Champetier G.* L'évolution de la chimie des molécules géantes. Paris: Ed. Pal. Dec., 1960.
11. *Кудерская Т. В.* Развитие представлений о строении высокомолекулярных соединений: Дис. на соискание уч. ст. канд. хим. наук. М.: ИИЕНТ АН СССР, 1967.
12. *Priykin L. M.* The role of concepts of structure in the development of the physical chemistry of polymers. *Isis*, 1981, v. 72, p. 446—456.
13. *Staudinger H., Fritsch J.* Über Isopren und Kautschuk. 5. Über die Hydrierung des Kautschuks und über seine Konstitution.— *Helvetica chimica acta*, 1922, B. 5, S. 785—806.
14. *Staudinger H., Lüthy M.* Über die Konstitution der Polyoxymethylene.— *Helvetica chimica acta*, 1925, B. 8, S. 41—44.
15. *Staudinger H., Brunner M., Frey K., Garbsch P., Signer R., Wehrli S.* Über das Polystyrol, ein Modell des Kautschuks.— *Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft*, 1929, B. 62, S. 241—245.

16. *Staudinger H., Frey K., Starck W.* Über Polyvinylacetat und Polyvinylalkohol.—*Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft*, 1927, B. 60, S. 1782—1786.
17. *Staudinger H., Urech E.* Über die Polyacrylsäure-ester.—*Helvetica chimica acta*, 1929, B. 12, S. 1107—1111.
18. *Staudinger H.* Die Hochmolekularen Organischen Verbindungen. Berlin: Springer, 1932.
19. *Staudinger H., Bondy H. F.* Über den irreversiblen Vorgang des Verkrackens des Kautschuks.—*Justus Liebigs Annalen der Chemie*, 1929, B. 468, S. 4—7.
20. *Ott E.* Über die Molekulargrösse von Kautschuk und Guttapercha.—*Naturwissenschaften*, 1926, B. 14, S. 320—323.
21. *Priesner C., Staudinger H., Mark H., Meyer K. H.* Thesen zur Grösse und Struktur der Markomoleküle, Ursachen und Hintergründe eines akademischen Disputes. Weinheim. Verl. Chemie, 1980.
22. *Meyer K. H.* Bemerkungen zu den Arbeiten von H. Staudinger.—*Zeitschrift für angewandte Chemie*, 1929, B. 42, S. 76, 77.
23. *Fikentscher H., Mark H. F.* Ueber die Viskosität lyophiler Kolloide.—*Kolloide Zeitschrift*, 1929, B. 49, S. 135—148.
24. *Staudinger H.* Arbeitserinnerungen. Heidelberg: Hüthig Verl., 1961.
25. *Staudinger H.* From Organic Chemistry to Macromolecules. N. Y.: Plenum Press, 1970.
26. *Kirchhoff E.* Ueber die Einwirkung von konzentrierter Schwefelsäure auf naturliche und künstliche Kautschukarten.—*Kolloide Zeitschrift*, 1922, B. 30, S. 176—181.
27. *Duclaux J.* La constitution du caoutchouc.—*Revue générale colloides*, 1923, v. 1, p. 33—39.
28. *Haller W.* Zur Theorie der Kolloidose.—*Kolloide Zeitschrift*, 1929, B. 49, S. 74—83.
29. *Fikentscher H., Mark H. F.* Ueber ein Spiralmodell des Kautschuks.—*Kautschuk Zeitschrift*, 1930, B. 6, S. 2—6.
30. *Staudinger H., Signer R.* Über den Kristallbau hochmolekularer Verbindungen.—*Zeitschrift für Kristallographie*, 1929, B. 30, S. 193—196.
31. *Staudinger H., Schweitzer O.* Über die Polyäthylenoxide.—*Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft*, 1929, B. 62, S. 2395—2406.
32. *Guth E., Mark H. F.* Über Polymeren.—*Monatshefte für Chemie*, 1934, B. 65, S. 93—95.
33. *Притыкин Л. М., Заиченко Г. А., Фокин И. Я.* Современные представления о природе полимеров и методологическая роль структурных факторов.—*Вопросы химии и химической технологии*, 1980, вып. 60, с. 30—36.
34. *Staudinger H.* Über niedermolekulare und makromolekulare Chemie.—*Journal für praktische Chemie*, 1940, B. 155, S. 1—12.
35. *Staudinger H.* Über Polymerisation.—*Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft*, 1920, B. 53, S. 1073—1075.

Историко-научные исследования за рубежом

О СОВРЕМЕННОМ СОСТОЯНИИ ИСТОРИИ НАУКИ В США [Краткое сообщение]

Э. ХИБЕРТ [США]

В связи с XVI Международным конгрессом по истории науки в Бухаресте (1981 г.) уместно сделать несколько замечаний о наиболее важных событиях, произошедших в этой области науки в США со времени конгресса в Эдинбурге (1977 г.).

Наиболее значительным достижением явилось завершение в 1980 г. под редакцией Ч. Гиллспи шестнадцатого тома «Словаря научных биографий» (Dictionary of Scientific Biography) и его указателя. Это издание представляет собой источник ценнейших биографических данных о математиках и естествоиспытателях всего мира с древнейших времен по настоящее время. Сюда же включены несколько биографий наиболее выдающихся ученых в области медицины, техники и общественных наук.

В настоящее время рассматривается вопрос о продолжении этого издания, о том, чтобы включить в «Словарь» не только случайно пропущенные персоналии, но и биографии ученых, недавно ушедших из жизни. Однако говорить о предстоящих дополнениях пока еще преждевременно.

В 1980 г. опубликован «Isis Cumulative Bibliography, 1966—1975» под редакцией Дж. Ней (Neu J.), который дополнил выходивший в 1971—1976 гг. в трех томах под редакцией Магды Уитроу (Whitrow M.) «Isis Cumulative Bibliography, 1913—1965».

Перечисленные выше издания, а также шестое дополнение к «Словарю биографий американских ученых» (Dictionary of American Biography the 6th Supplement, 1980), представляет собой новые источники сведений для воссоздания картины истории науки.

В течение последнего десятилетия наблюдается существенное расширение исследований по систематизации работ по истории науки с XIX в. до наших дней, истории восприятия научных достижений обществом и воздействия их на общество. Это служит свидетельством все более возрастающего внимания к истории науки, как среди самих историков, так и среди представителей широкого круга ученых вообще. Открываются новые пути для взаимодействия между отдельными научными дисциплинами. Ранее принято было считать что «история науки» включает в себя как равноценные составные части

историю математики, медицины, техники, всех естественных, общественных наук и наук о Земле. Сравнительно недавно этот перечень расширился за счет дисциплин, которые теперь считаются «побочными направлениями» истории науки. Сюда относятся социология, антропология, научная политика, философия науки, техники, математики и медицины; формы организации науки — институты, другие научные учреждения, научные общества. Следует также упомянуть изучение публикаций; профессионализации научных дисциплин; изучение науки в связи с общественно-политическими исследованиями; истории экологии и окружающей человека среды; истории этических проблем, связанных с развитием фундаментальных и прикладных наук.

Наиболее заметной попыткой взаимно заинтересовать и объединить представителей этих столь различных областей истории науки явилось совместное заседание четырех научных обществ: «Истории науки», «Философии науки», «Истории техники», и «Специальных исследований науки», проведенное по программе «Научные и технические исследования» в октябре 1980 г. в Торонто.

Интерес к истории науки среди ученых выражается в попытках создания архива основных документов новой и новейшей истории науки. Американский институт физики организовал в 1962 г. Центр по изучению истории и философии физики. С тех пор институт разработал детальную программу по выявлению, каталогизации, поощрению сохранения и использования различных исторических материалов в области физики. Программой предусматривается сбор устных интервью, организация конференций по истории современной физики, Центр продолжает расширять библиотеку им. Н. Бора и накапливать материалы архива. Все эти начинания, проводившиеся под руководством нынешнего директора института С. Вирта способствовали развитию исследований в области истории физики и близких к ней дисциплин. В последние годы опубликовано много работ, посвященных новейшей истории физики, в особенности квантовой теории, теории относительности, строению материи, элементарным частицам, явлениям при высоких энергиях; критически переосмыслена роль количественного под-